



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 27 484 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 B 11/00**  
G 01 B 11/26  
B 05 B 15/00

⑦1 Aktenzeichen: 197 27 484.6  
②2 Anmeldetag: 27. 6. 97  
④3 Offenlegungstag: 4. 2. 99

DE 197 27 484 A 1

⑦1 Anmelder:  
Sensor Instruments GmbH, 94169 Thurmansbang,  
DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Barske, H., Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 81245  
München

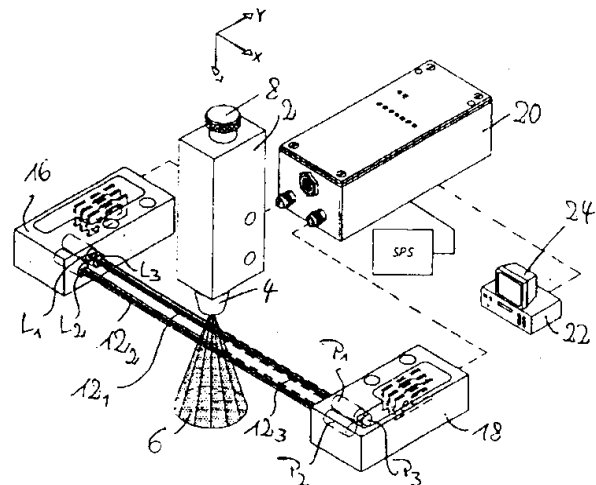
⑦2 Erfinder:  
Frisch, Ernst-Georg, Dipl.-Ing., 81243 München, DE;  
Braumandl, Walter, Dipl.-Ing., 94169  
Thurmansbang, DE  
  
⑤6 Entgegenhaltungen:  
SU 620279 A. Englischer Abstract in WPIDS;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Vermessen eines aus einer Sprühdüse austretenden Sprühstrahls

⑤7 Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Vermessen eines aus einer Sprühdüse (4) austretenden Sprühstrahls (6) durchstrahlt ein von wenigstens einer Lichtquelle (L, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>) abgegebenes Lichtbündel (12, 12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>) den Sprühstrahl (6) und gelangt auf einen Photodetektor (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>). Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind drei Laser (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>) drei Photodetektoren (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>) gegenüberliegend angeordnet. Der zu vermessende Sprühstrahl (6) befindet sich zwischen den Lasern und den Photodetektoren. Die Anordnung ist derart, daß das Lichtbündel (12) eines Lasers die Achse des sich kegelig aufweitenden Sprühstrahls (6) durchschneidet und die beiden anderen Lichtbündel (12) in gleichem Abstand von dem erstgenannten Lichtbündel sich gegenüberliegende Mantellinien des Sprühstrahls berühren. Durch Auswertung der auf die drei Photodetektoren (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> und P<sub>3</sub>) fallenden, vom Sprühstrahl geschwächten Lichtbündel lassen sich Aussagen über Symmetrie und Öffnungswinkel des Sprühstrahls gewinnen.



DE 197 27 484 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vermessen eines aus einer Sprühdüse austretenden Sprühstrahls.

In neuerer Zeit werden Beschichtungen zunehmend automatisiert aufgebracht, indem eine an einem Roboter befindliche Sprühdüse über ein zu beschichtendes Werkstück geführt wird oder das Werkstück an der Sprühdüse entlang geführt wird. Dabei stellt sich häufig das Problem, die Qualität des Sprühstrahls hinsichtlich Geometrie und Menge zu kontrollieren, damit eine wohldefinierte Beschichtung, beispielsweise Lackierung, erreicht wird. Bei einem weiteren Anwendungsgebiet wird beispielsweise mittels eines Sprühstrahls längs des Umfangs eines Werkstücks, beispielsweise der Innenseite einer Türinnenverkleidung, eine Beschichtung aufgebracht, die im eingebauten Zustand der Türverkleidung ein Quietschen oder Knarzen verhindern soll. Eine solche Beschichtung besteht beispielsweise aus Teflonpartikeln, die mittels eines zunächst lösungsmittelhaltigen Sprühstrahls aufgebracht werden und nach Verdampfen des Lösungsmittels als "Raupe" zurückbleiben. Dabei muß ebenfalls die Qualität des Sprühstrahls genau kontrolliert werden, damit einerseits eine sichere Ausbildung der Raupe erfolgt und andererseits die Raupe nicht zu breit ist, damit sie keinesfalls in den Sichtbereich gelangt.

Bekannt ist es, die Qualität eines Sprühstrahls dadurch zu überwachen, daß der Sprühstrahl von der Seite her beleuchtet wird und das von Sprühstrahl gestreute Licht über eine Optik auf einen optoelektronischen Empfänger bzw. einen Photodetektor abgebildet wird. Als Beleuchtungseinrichtung kann dabei eine Halogenlampe dienen, deren Licht mittels eines Glasfaserbündels auf die Austrittsfläche des Glasfaserbündels übertragen wird. Als Photodetektor dient ein Zeilenelement, das über seine Erstreckung ein intensitätsabhängiges Signal liefert. Die Meßeinrichtung wird bei einwandfreiem Sprühstrahl kalibriert. Ändert der Sprühstrahl seine Gestalt oder seine Menge, so ergeben sich Änderungen des aufgenommenen Signals. Eine Eigenart der bekannten Meßanordnung liegt darin, daß der Durchmesser des divergierenden Lichtbündels im Meßbereich etwa so groß sein sollte wie der des Sprühstrahls und daß das Austrittsfenster der Lichtquelle und das Eintrittsfenster des Photodetektors sehr nahe am Sprühstrahl angeordnet sind. Dadurch neigen die genannten Fenster stark zum Verschmutzen, wodurch nur kurze Betriebszeiten erzielt werden und die Meßergebnisse nachteilig beeinflusst werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein auch über lange Betriebszeiten problemlos arbeitendes Verfahren zum Vermessen eines aus einer Sprühdüse austretenden Sprühstrahls sowie einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens anzugeben.

Der das Verfahren betreffende Teil der Erfindungsaufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird im Durchlicht gemessen, d. h. es wird nicht die Reflexion des Sprühstrahls, sondern dessen Extinktion bzw. Schwächung beim Hindurchtreten durch den Sprühstrahl gemessen. Das Verfahren kann in vielfältiger Weise durchgeführt werden, beispielsweise, indem der Sprühstrahl abgetastet wird, wobei das Lichtbündel relativ zum Sprühstrahl oder der Sprühstrahl relativ zum Lichtbündel bewegt wird und die Intensität des vom Sprühstrahl geschwächten Lichtbündels in Abhängigkeit von der relativen Stellung zwischen Lichtbündel und Sprühstrahl erfaßt wird, oder, indem mit mehreren Lichtbündeln gearbeitet wird, die den Sprühstrahl durchdringen und deren Intensität einzeln gemessen wird. Dadurch, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mit parallelem Licht gearbeitet wird, können das

Austrittsfenster der Lichtquelle und das Eintrittsfenster des Photodetektors in großem Abstand von dem Sprühstrahl angeordnet werden, so daß keine Verschmutzungsgefahr besteht. Der große Abstand zwischen Eintrittsfenster und Sprühstrahl ist von Vorteil, da Effekte durch Streustrahlung dadurch vermindert werden.

Mit Vorteil ist der Durchmesser des Lichtbündels klein im Vergleich zum Durchmesser des Sprühstrahls. Dadurch lassen sich differenziertere Aussagen gewinnen.

Der Anspruch 5 ist auf eine besonders vorteilhafte Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gerichtet, mit dem bei kurzer Meßzeit aussagekräftige Resultate gewonnen werden.

Der Anspruch 6 kennzeichnet eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens, bei dem der Sprühstrahl von dem Lichtbündel abgetastet wird. In der Auswerteeinheit kann dann ein jeweiliges Meßergebnis mit einer Sollkonfiguration verglichen werden und auf die Qualität des Sprühstrahls geschlossen werden.

Der Anspruch 7 ist auf eine weitere Ausführungsform der Vorrichtung zum Vermessen eines Sprühstrahls gerichtet, das sich durch rasche Durchführbarkeit und genaue Meßergebnisse auszeichnet.

Mit den Merkmalen der Ansprüche 8 bis 12 wird die erfindungsgemäße Vorrichtung in vorteilhafter Weise weiter gebildet.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielsweise und mit weiteren Einzelheiten erläutert.

Es stellen dar:

**Fig. 1** eine schematische Ansicht eines einen Sprühstrahl durchstrahlenden Lichtbündels zur Erläuterung der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens,

**Fig. 2** eine mit der Anordnung gemäß **Fig. 1** aufgenommene Meßkurve,

**Fig. 3** drei unterschiedliche Ebenen, in denen das Lichtbündel den Sprühstrahl abtastet,

**Fig. 4** zwei unterschiedliche, in gleicher Ebene abgetastete Sprühstrahlen mit zugehörigen Meßergebnissen,

**Fig. 5** eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Meßvorrichtung,

**Fig. 6** perspektivische Ansichten dreier unterschiedlicher Sprühstrahlen mit zugehörigen Lichtquellen,

**Fig. 7** eine schematische Ansicht einer gegenüber **Fig. 5** abgeänderten Meßvorrichtung, und

**Fig. 8** eine abgeänderte Ausführungsform einer die Lichtquelle enthaltenden Vorrichtung.

Gemäß **Fig. 1** weist ein Sprühkopf **2**, der an einem nicht dargestellten Roboter anbringbar ist, eine Sprühdüse **4** auf, die einen im dargestellten Beispiel sich kegelig aufweitenden Sprühstrahl **6** versprüht. An dem Sprühkopf **2** ist eine Einstellschraube **8** vorgesehen, mit der eine Nadel der Sprühdüse verstellbar ist, wodurch sich der Kegelwinkel und/oder die Menge des Sprühstrahls verstellen läßt. Nicht dargestellt ist auch die Versorgung des Sprühstrahls **6** mit zu versprühender Flüssigkeit bzw. zusätzlich mit Luft, falls dem Sprühstrahl Luft beigemischt wird.

Senkrecht zur Achse **A** des Sprühstrahls **6** ist eine Lichtquelle **10** derart angeordnet, daß ein von der Lichtquelle **10** abgegebenes Lichtbündel **12** den Sprühstrahl **6** senkrecht zu dessen Achse durchdringt und auf einen Photodetektor **14** auftrifft. Im dargestellten Beispiel ist die Lichtquelle **10** ein Laser mit rechteckigem Austrittsquerschnitt. Das parallele Lichtbündel **12**, dessen Querschnitt vorteilhafterweise deutlich kleiner als der des Sprühstrahls **6** in dessen durchdrungenem Bereich ist, trifft auf den Sprühstrahl **6** und wird von im Sprühstrahl enthaltenen Partikeln oder zerstäubten Tropfen gestreut und/oder absorbiert, so daß das durch

den Lichtstrahl 6 hindurchgetretene Lichtbündel geschwächt ist.

Für das Fig. 2 dargestellte Experiment sei angenommen, daß das Lichtbündel 12 durch Verschieben der Lichtquelle 10 in Y-Richtung (senkrecht zur Achse A) sich von außerhalb des Sprühstrahls 6 durch den Sprühstrahl hindurch auf dessen andere Seite bewegt. Die Bewegung kann dadurch entstehen, daß die Lichtquelle 10 insgesamt bewegt wird oder das Lichtbündel durch geeignete Ablenkvorrichtungen abgelenkt wird. Der Photodetektor 14 kann mitbewegt werden, so daß das Lichtbündel 12 ständig auf dessen nicht dargestelltes Eintrittsfenster trifft oder aber der Photodetektor 14 kann in Y-Richtung mehrere nebeneinander angeordnete Photoelemente aufweisen, deren Gesamtintensität in einer Auswerteinheit erfaßt wird.

Wie ersichtlich weist die Gesamtintensität S des vom Photodetektor 14 aufgenommenen Lichts einen konstanten Maximalwert auf, solange sich das Lichtbündel 12 voll außerhalb des Sprühstrahls 6 befindet und durchläuft während seiner Bewegung durch den Sprühstrahl 6 hindurch ein Minimum, das mit einer Position M zusammenfällt, bei der die Mitte des Lichtbündels 12 die Achse A des Sprühstrahls 6 schneidet. Mit H ist in Fig. 2 die Breite der Signalkurve an der Stelle bezeichnet, an der der Signalwert genau zwischen dem Maximum und dem Minimum liegt.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß an Stelle des Lasers als Lichtquelle 10 jedwede Lichtquelle verwendet werden kann, deren Licht mit einer Optik zu einem parallelen Bündel gesammelt wird. Auf diese Weise trifft auf den Photodetektor 14 genügend Licht auf und wird die auftretende Lichtmenge durch den Sprühstrahl 6 stark beeinflusst, insbesondere wenn der Querschnitt des Lichtbündels 12 gegenüber dem des Sprühstrahls 6 in dessen vermessenem Bereich klein ist.

Fig. 3 zeigt ein gegenüber dem Experiment der Fig. 1 abgeändertes Experiment. Das Lichtbündel wird hier in drei hinsichtlich ihrer Z-Koordinaten verschiedenen Ebenen durch den Sprühstrahl bewegt, nämlich in einer Position 1 mit geringem Abstand zur Sprühdüse, in einer Position 2 mit größerem Abstand zur Sprühdüse und in einer Position 3 mit noch größerem Abstand zur Sprühdüse 4. Wie ersichtlich, nimmt die Halbwertsbreite H mit steigendem Abstand von der Sprühdüse 4 zu. Zusätzlich ist die Schwächung des Lichtbündels weniger ausgeprägt. Beides ist verständlich, da sich das Lichtbündel mit zunehmender Nähe zur Sprühdüse 4 durch einen zunehmend dichten Sprühstrahl 6 bewegt.

Fig. 4 zeigt ein wiederum abgeändertes Experiment. Dargestellt sind zwei Sprühstrahlen mit unterschiedlichem Öffnungswinkel. Wie ersichtlich, nimmt die Halbwertsbreite mit zunehmendem Öffnungswinkel bei konstantem Abstand von der Sprühdüse zu.

Fig. 5 zeigt ein praktisches Ausführungsbeispiel einer Meßvorrichtung. Als Lichtquellen sind drei Laser  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  vorgesehen, die einschließlich einer Kollimatoroptik und der Lasertreiberelektronik in einem Gehäuse 16 untergebracht sind. Die parallelen, von den Lasern  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  ausgehenden Lichtbündel  $12_1$ ,  $12_2$ ,  $12_3$  gelangen in drei Photodetektoren  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$ , die zusammen mit einer Empfangsoptik, Vorverstärkern usw. in einem Gehäuse 18 untergebracht sind.

Die Laser und die zugehörigen Photodetektoren sind so ausgebildet, daß das von einem Laser ausgesandte Lichtbündel nur auf den zugehörigen Photodetektor fällt und die anderen Photodetektoren nicht beeinflusst. Weiter sind die drei Laser und Photodetektoren in den Ecken eines gleichschenkligen Dreiecks derart angeordnet, daß die Verbindungslinie zwischen  $L_1$  und  $P_1$  bzw. die Mittellinie des

Lichtbündels  $12_1$  die Achse des Sprühstrahls 6 schneidet und die Mittellinien der Lichtbündel  $12_2$  und  $12_3$  jeweils in gleichem Abstand von der Mittellinie des Lichtbündels  $12_1$  eine Mantellinie des Sprühstrahls 6 berühren, d. h. den Sprühstrahl an sich gegenüberliegenden Stellen tangieren.

Es versteht sich, daß das Kriterium der gegenseitigen Nichtbeeinflussung der Lichtbündel umso besser erfüllt ist, je weiter die Photodetektoren vom Sprühstrahl entfernt sind, da die Intensität des die Lichtbündel aufweitenden, vom Sprühstrahl 6 verursachten Streulichts dann abnimmt.

Zur Stromversorgung und Signalauswertung ist eine Elektronikeinheit 20 vorgesehen, die an einen Computer 22 mit einem Bildschirm 24 angeschlossen ist.

Wenn der Sprühstrahl 6 seine Sollform hat und die Sollmenge an zu versprühender Flüssigkeit enthält, werden die von den Lasern ausgehenden Lichtstrahlen entsprechend ihrem unterschiedlichen Abstand von der Sprühdüse 4 und ihren unterschiedlichen Positionen innerhalb des Sprühstrahls unterschiedlich geschwächt (vgl. Fig. 3). Wenn der Sprühstrahl gemäß Fig. 6b nach links verkippt ist, ändern sich die Schwächungen, die die drei Lichtbündel 12 erleiden in charakteristischer Weise. Das gleiche ist der Fall, wenn der Öffnungswinkel des Sprühstrahls nicht dem Sollwert entspricht, wie in Fig. 6c dargestellt.

Eine Vermessung des Sprühstrahls erfolgt beispielsweise nach folgendem Schema:

Der Sprühkopf 2 wird zur Vermessung in eine vorbestimmte Position zwischen den Gehäusen 16 und 18 gebracht. Der Sprühvorgang wird zunächst nicht aktiviert. Die Laser  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  werden eingeschaltet und die Ausgangssignale der Photodetektoren  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  werden als Kalibrierungssignale  $SK_1$ ,  $SK_2$  und  $SK_3$  gemessen. Die Signale werden in der Elektronikeinheit 20 gespeichert. Anschließend werden bei aktivierter Sprühdüse 4 Meßsignale  $SM_1$ ,  $SM_2$  und  $SM_3$  gemessen und in der Elektronikeinheit 20 gespeichert. Die Signale können alternativ im Rechner 22 gespeichert werden. Im Rechner erfolgt dann zur Erzeugung von Auswertesignalen eine Quotientenbildung:

$$\begin{aligned} SA_1 &= SM_1/SK_1 \\ SA_2 &= SM_2/SK_2 \text{ und} \\ SA_3 &= SM_3/SK_3. \end{aligned}$$

Der Quotient  $SA_2/SA_1$  bzw.  $SA_3/SA_1$  gibt Auskunft über den Öffnungswinkel des Sprühstrahls. Der Quotient  $SA_2/SA_3$  gibt Auskunft über die Sprühstrahlsymmetrie. Die Absolutwerte aller drei Auswertesignale geben zusätzlich Auskunft über die Intensität bzw. Stärke des Sprühstrahls.

Auf diese Weise kann der Sprühstrahl 6 rasch vermessen werden, so daß eine wirksame Qualitätssicherung möglich ist.

Fig. 7 zeigt eine der Fig. 1 ähnliche Anordnung für ein abgeändertes Meßverfahren:

Innerhalb des Gehäuses 26 ist ein nicht dargestellter Laser angeordnet, dessen im Querschnitt etwa quadratisches Lichtbündel 12 in Richtung des Doppelpfeils, d. h. in Y-Richtung, abgelenkt werden kann. Dies kann mit Hilfe eines Polygonscanners oder eines Galvoscaners erfolgen oder auch dadurch, daß das Gehäuse 26 insgesamt in Y-Richtung hin- und herbewegt wird. Das Lichtbündel 12 wird auf diese Weise in einer Ebene mit konstantem Y quer durch den Sprühstrahl 6 bewegt und gelangt auf einen innerhalb eines Gehäuses 28 angeordneten, nicht dargestellten Photodetektor P. Das Eintrittsfenster des Photodetektors P wird entweder zusammen mit dem Lichtbündel 12 bzw. Laserstrahl abgelenkt, so daß der Laserstrahl immer genau auf das Eintrittsfenster trifft. Alternativ kann das Gehäuse 28 synchron mit dem Gehäuse 26 bewegt werden, indem beispielsweise beide auf einem gemeinsamen Gestell montiert. Das Ge-

häuse 28 kann auch eine Reihe nebeneinander angeordneter einzelner Photodetektoren enthalten, mit denen die Auswertung des Laserstrahls nach Durchdringen des Sprühstrahls erfolgt. In Fig. 7 oben ist der Signalverlauf dargestellt. Wie weiter oben anhand Fig. 1 bis 4 erläutert, kann aus dem Signalverlauf unmittelbar auf den Öffnungswinkel, die Symmetrie und die Intensität des Sprühstrahls 6 geschlossen werden.

Fig. 8 zeigt eine vorteilhafte Weiterbildung des Gehäuses 26. Dabei ist über dem Gehäuse 26 ein weiteres Gehäuse 30 mit einer Öffnung 32 angeordnet, durch die das Lichtbündel 12 austritt. Mittels einer nichtdargestellten Luftpumpe wird das Innere des Gehäuses 30 unter Überdruck gehalten, so daß aus der Öffnung 32 Luft austritt, die ein Eindringen von vernebelten Teilchen des Sprühstrahls 6 (Fig. 7) verhindert. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß das oder die Austrittsfenster der Laser bzw. Lichtquellen über lange Zeit frei von jedwelter Verunreinigung bleiben. Eine ähnliche Technik kann angewandt werden, um die Eintrittsfenster des oder der Photodetektoren freizuhalten.

Es versteht sich, daß die beschriebenen Vorrichtungen in vielfältiger Weise abgeändert bzw. ausgebildet sein können. Die effektiven Austrittsöffnungen der Lichtquelle(n) können durch Linsen, Blenden, Glasfaserenden usw. gebildet sein. Ähnlich kann die oder Eintrittsöffnung des oder der Photodetektor(en) durch Blenden, Linsen, Glasfaserenden usw. ausgebildet sein. Die Meßverfahren (mehrere ortsfeste Lichtquellen, abtastende Lichtquellen) können miteinander kombiniert werden oder es können zwei in Z-Richtung voneinander entfernte Lichtquellen abtasten. Die Abtastung muß nicht senkrecht zur Achse des Sprühstrahls erfolgen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermessen eines aus einer Sprühdüse (4) austretenden Sprühstrahls (6), bei welchem Verfahren der Sprühstrahl von einer Lichtquelle ( $L_1, L_2, L_3$ ) mit einem Lichtbündel (12; 12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>) beleuchtet wird, und ein vom Sprühstrahl beeinflusster Teil des Lichtbündels von einem Photodetektor ( $P_1, P_2, P_3$ ) erfaßt wird, der an eine Auswerteeinheit (20, 22) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das den Sprühstrahl (4) beleuchtende Lichtbündel (12; 12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>) etwa parallel ist, der Photodetektor ( $P_1, P_2, P_3$ ) den den Sprühstrahl (4) durchdringenden Teil des Lichtbündels erfaßt, und daß zum Vermessen des Sprühstrahls (4) in der Auswerteeinheit (20, 22) wenigstens zwei Ausgangssignale des Photodetektors verwendet werden, die von den Sprühstrahl an unterschiedlichen Stellen treffenden, parallelen Lichtbündeln herrühren.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Lichtbündels (12; 12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>) klein ist im Vergleich zum Durchmesser des Sprühstrahls (6).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vermessung erfolgt, indem das Lichtbündel (12) relativ zum Sprühstrahl (6) bewegt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, je ein paralleles Lichtbündel (12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>) aussendende Lichtquellen ( $L_1, L_2, L_3$ ) und mehrere Photodetektoren ( $P_1, P_2, P_3$ ) verwendet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß drei, in den Ecken eines gleichschenkligen Dreiecks angeordnete Lichtquellen ( $L_1, L_2, L_3$ ) und drei Photodetektoren ( $P_1, P_2, P_3$ ) zur Vermessung eines

sich kegelförmigen aufweitenden Sprühstrahls (6) verwendet werden, wobei das Lichtbündel (12<sub>1</sub>) einer Lichtquelle ( $L_1$ ) die Achse (A) des Sprühstrahls durchschneidet und die beiden anderen, von dem einen Lichtbündel senkrecht und waagrecht gleich weit beabstandeten Lichtbündel (12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>) eine Mantellinie des Sprühstrahls (6) berühren, wenn der Sprühstrahl entsprechend einem Sollprofil ausgebildet ist.

6. Vorrichtung zum Vermessen eines aus einer Sprühdüse (4) austretenden Sprühstrahls (6), enthaltend eine Lichtquelle ( $L_1, L_2, L_3$ ) zum Beleuchten des Sprühstrahls mit einem etwa parallelen Lichtbündels (12; 12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>),

einen Photodetektor ( $P_1, P_2, P_3$ ) zum Erfassen eines vom Sprühstrahl beeinflussten Teils des Lichtbündels, und

eine mit dem Photodetektor verbundene Auswerteeinheit (20, 22),

dadurch gekennzeichnet, daß

die Lichtquelle ( $L_1, L_2, L_3$ ) und der Photodetektor ( $P_1, P_2, P_3$ ) derart angeordnet sind, daß das Lichtbündel (12) nach Durchdringen des Sprühstrahls (6) auf den Photodetektor gelangt und daß die Lichtquelle und der Sprühstrahl senkrecht zur Achse (A) des Sprühstrahls relativ zueinander beweglich sind.

7. Vorrichtung zum Vermessen eines aus einer Sprühdüse (4) austretenden Sprühstrahls (6), enthaltend eine Lichtquelle ( $L_1, L_2, L_3$ ) zum Beleuchten des Sprühstrahls mit einem Lichtbündel (12<sub>1</sub>, 12<sub>2</sub>, 12<sub>3</sub>), einen Photodetektor ( $P_1, P_2, P_3$ ) zum Erfassen eines vom Sprühstrahl beeinflussten Teil des Lichtbündels, und eine mit dem Photodetektor verbundene Auswerteeinheit (20, 22),

dadurch gekennzeichnet, daß

mehrere Lichtquellen ( $L_1, L_2, L_3$ ) mit zugehörigen Photodetektoren ( $P_1, P_2, P_3$ ) jeweils axial zueinander ausgerichtet derart angeordnet sind, daß ihre Verbindungslinien den Sprühstrahl (6) schneiden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, daß die Sprühdüse (4) derart ausgebildet ist, daß sie einen sich kegelförmig aufweitenden Sprühstrahl (6) abgibt, und daß drei Lichtquellen ( $L_1, L_2, L_3$ ) mit zugehörigen Photodetektoren ( $P_1, P_2, P_3$ ) derart angeordnet sind, daß ihre Verbindungslinien parallel zueinander sind und eine die Achse (A) des Sprühstrahls enthaltende Ebene in den Punkten eines gleichschenkligen Dreiecks schneiden, dessen eines Eck in der Achse des Sprühstrahls und dessen andere beiden Ecken auf sich gegenüberliegenden Mantellinien des Sprühstrahls liegen, wenn der Sprühstrahl seine Sollgestalt hat.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem oder den Austrittsfenster(n) der Lichtquelle(n) ( $L_1, L_2, L_3$ ) und/oder dem oder dem Eintrittsfenster(n) des Photodetektors (P) oder der Photodetektoren ( $P_1, P_2, P_3$ ) eine Gehäuseöffnung (32) ausgebildet ist und der Raum zwischen der Gehäuseöffnung und dem jeweiligen Austrittsfenster mit Überdruck beaufschlagt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtquellen als Laser ( $L_1, L_2, L_3$ ) ausgebildet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen durch die Endflächen von mit einem gemeinsamen oder je einem Laser verbundenen Glasfasern gebildet sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen ( $L_1, L_2, L_3$ ) und die Photodetektoren ( $P_1, P_2, P_3$ ) derart

ausgebildet sind, daß die jeweiligen Lichtbündel die  
Eintrittsfenster der Photodetektoren nicht überstrahlen.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

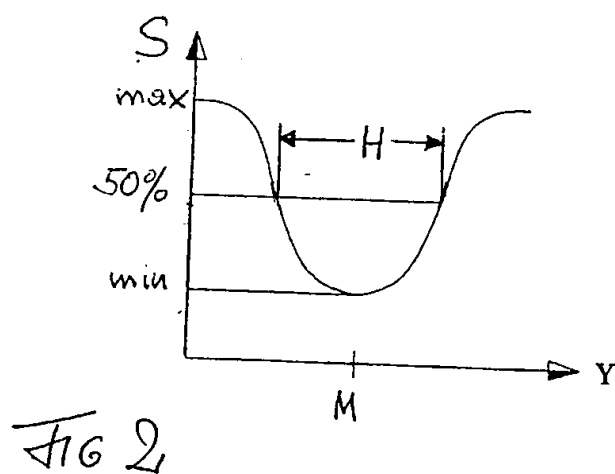
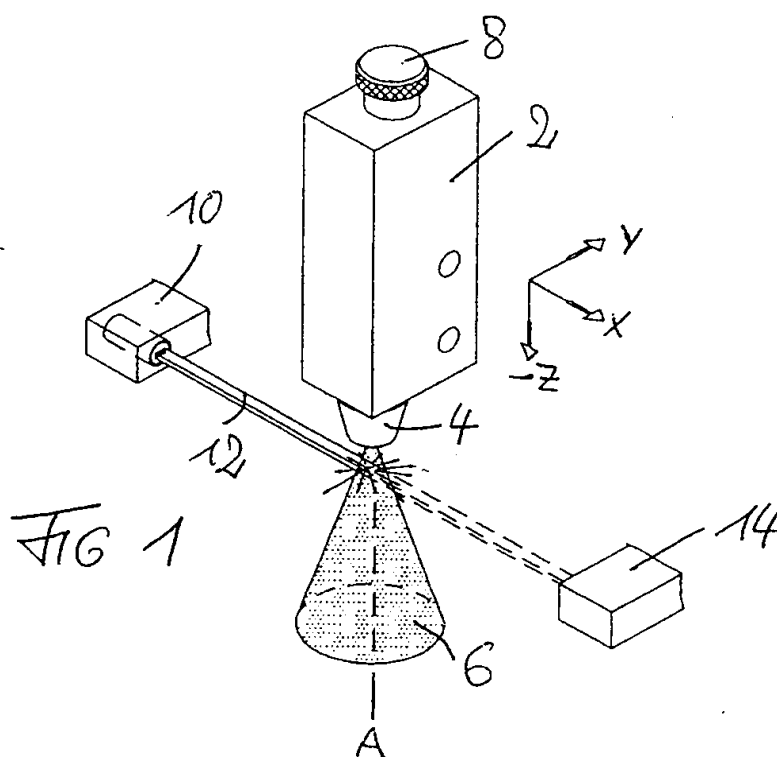
50

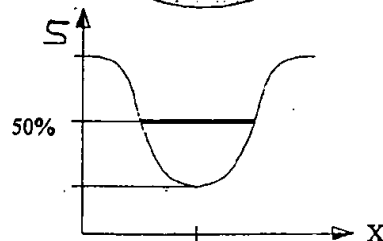
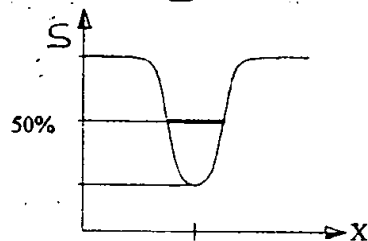
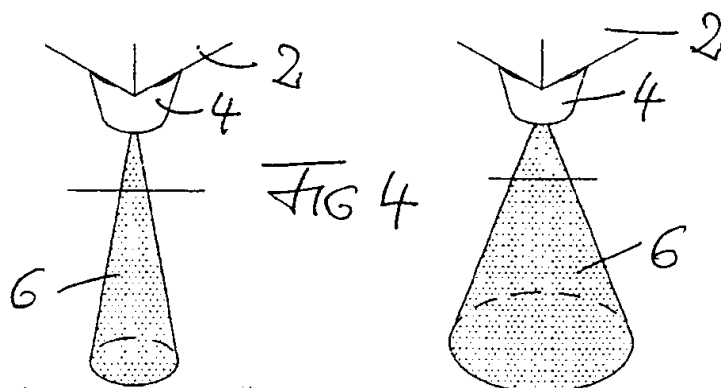
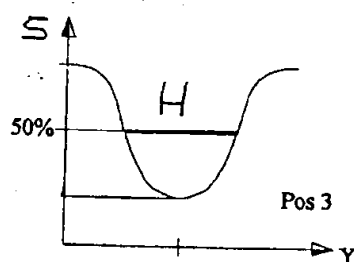
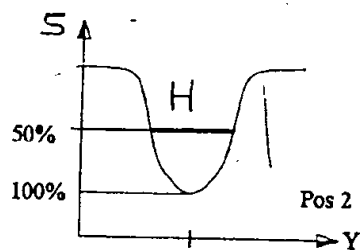
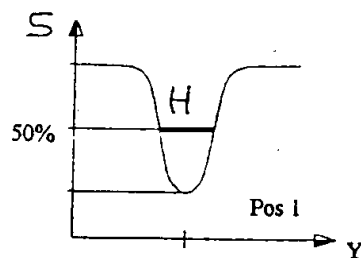
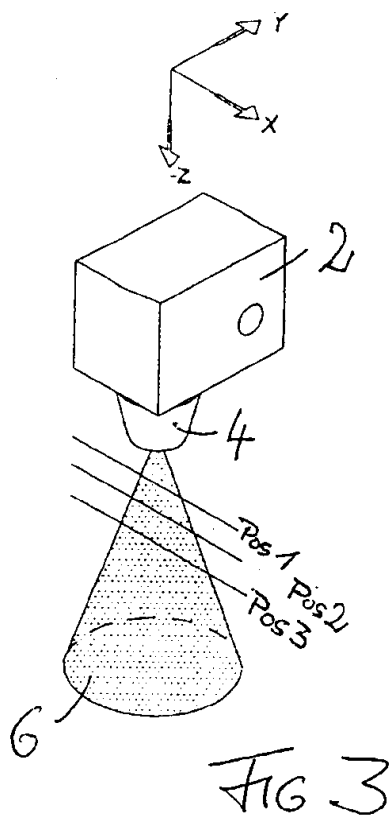
55

60

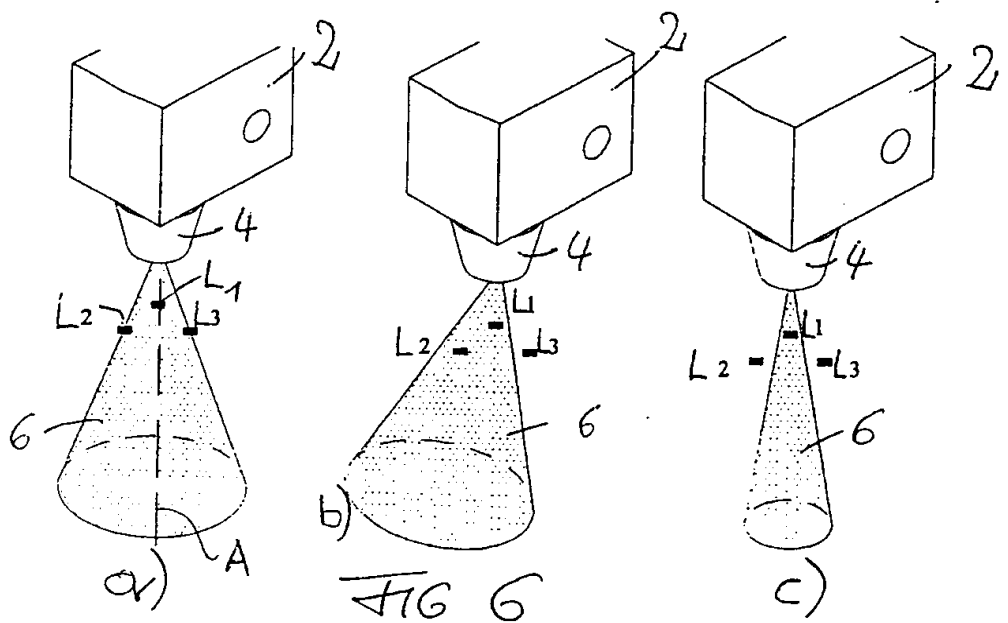
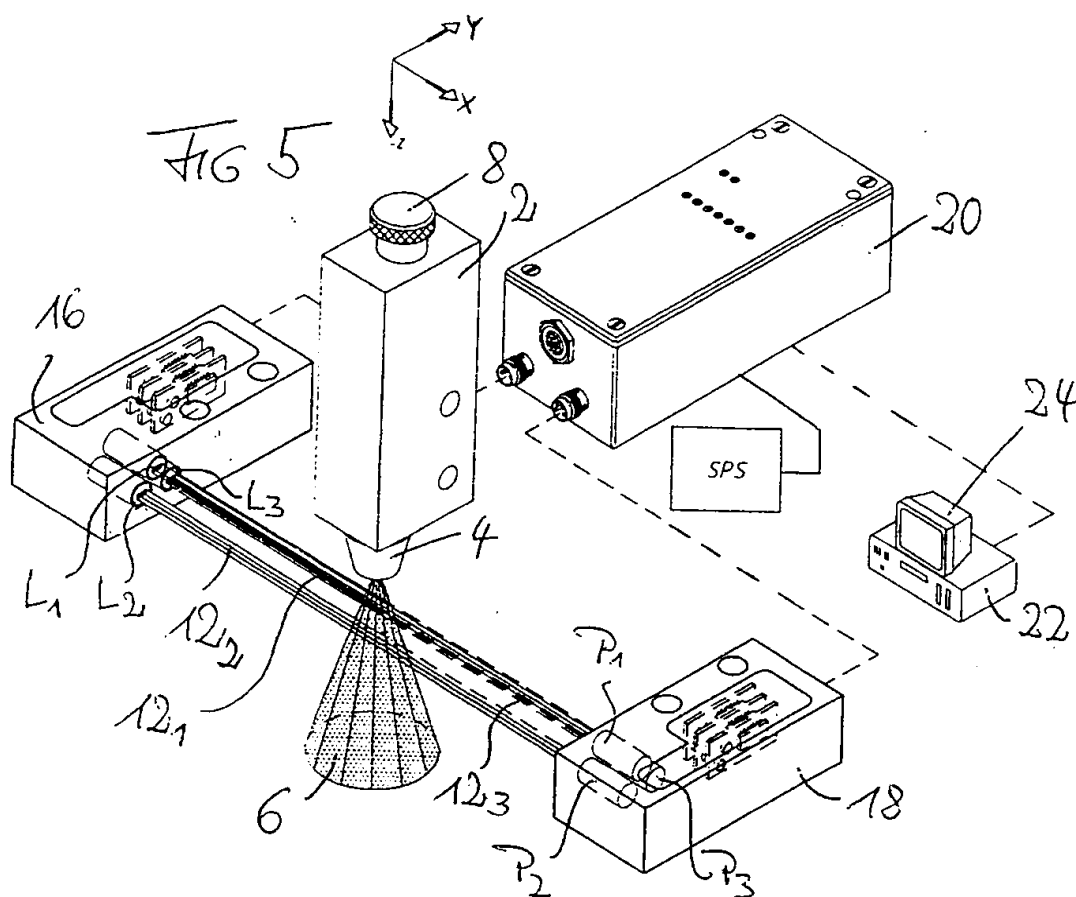
65

- Leerseite -









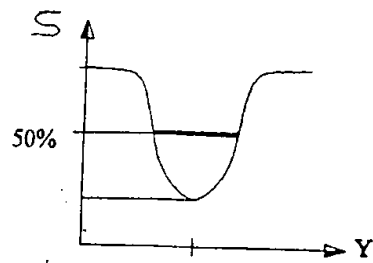


FIG 7

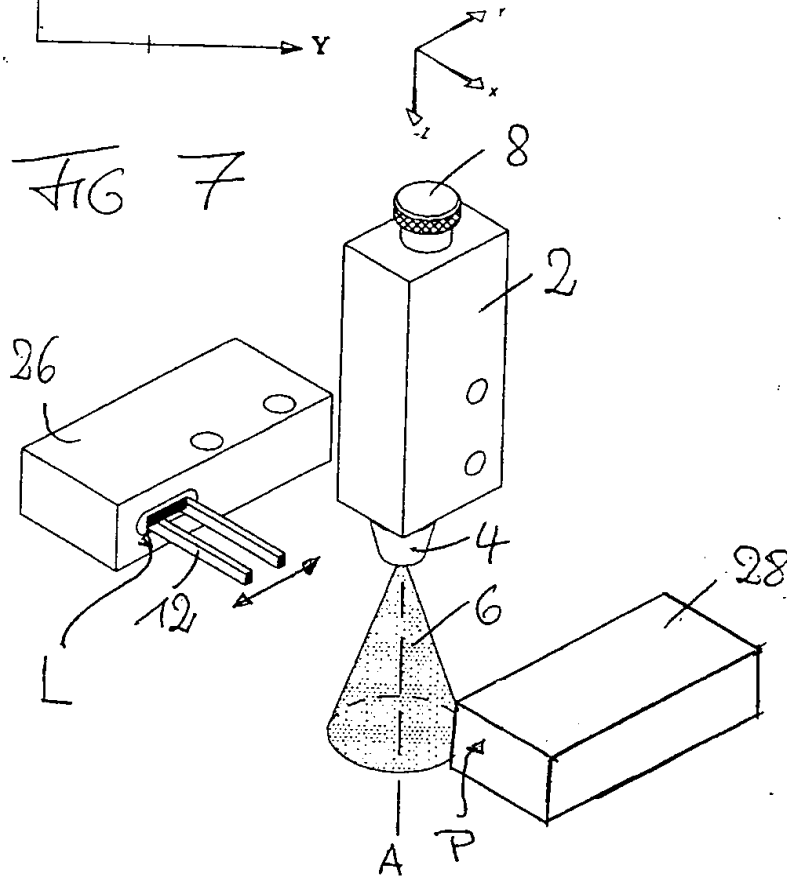


FIG 8

